"L'air est **essentiel à chacun** et mérite l'**attention de tous**."

ORGANISME DE MESURE, D'ÉTUDE ET D'INFORMATION SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN BRETAGNE

Etude 2010

Qualité de l'air intérieur dans des crèches de la ville de Rennes – A. Bouchard, P. Kergomard, Colette, Poterie, F. Dolto

Mars et Juin 2010

Air Breizh
3 rue du Bosphore - Tour ALMA 8ème étage - 35200 Rennes
Tél : 02 23 20 90 90 – Fax : 02 23 20 90 95

www.airbreizh.asso.fr

Etude réalisée par Air Breizh

avec la participation

du service Santé Environnement de la ville de Rennes

Diffusion

Air Breizh, en tant qu'organisme agréé pour la surveillance de la qualité de l'air, a pour obligation de communiquer ses résultats. Toutes ses publications sont accessibles sur www.airbreizh.asso.fr, dans la rubrique téléchargement.

Avertissement

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments à un instant donné t, caractérisé par des conditions climatiques propres.

Air Breizh ne saurait être tenu pour responsable des évènements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations faites par un tiers.

Ce rapport d'étude est la propriété d'Air Breizh. Il ne peut être reproduit, en tout ou partie, sans son autorisation écrite. **Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Air Breizh.**

Remerciement

Air Breizh remercie le service Santé Environnement de la ville de Rennes ainsi que l'ensemble des directrices et du personnel des crèches, pour leur collaboration.

Contribution

Service Etudes	Service Techniques	Validation
Antonin MAHEVAS	Joël GRALL	Magali CORRON

Glossaire

AASQA	Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ASPA	Association pour la Surveillance et l'Etude de la Pollution Atmosphérique en Alsace
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CO	Monoxyde de Carbone
CO_2	Dioxyde de Carbone
COV	Composés Organiques Volatils
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
hPa	Hecto Pascal
HCSP	Haut Conseil en Santé Publique
HPLC	Chromatographie en phase liquide à haute performance
HQE	Haute Qualité Environnementale
HR(%)	Humidité Relative en pourcentage
INERIS	Institut National de l'environnement industriel et des risques
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
LCSQA	Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air
$\mu g/m^3$	microgramme par mètre cube
mg/m^3	milligramme par mètre cube
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health (USA)
NO	Monoxyde d'azote
N_2	Diazote
NO_2	Dioxyde d'azote
NOx	Oxydes d'azote
O_2	Dioxygène
OMS	Organisation Mondiale pour la Santé
OQAI	Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur
ppm	partie par million (unité de mesure des concentrations de polluants)
RSD	Règlement Sanitaire Départemental
T(℃)	Température en degré Celsius
USEPA	Agence Américaine pour la protection de l'environnement
VGAI	Valeur Guide de qualité de l'Air Intérieur définie par l'ANSES
VLCT	Valeur limite indicative d'exposition à court terme (15 min.)
VMC	Ventilation Mécanique Contrôlée
VME	Valeur limite indicative de moyenne d'exposition pondérée (8h/j. soit 40h/sem.)
VTR	Valeur Toxicologique de Référence, indice qui est établi à partir de la relation entre une dose externe d'exposition à une substance dangereuse et la survenue d'un effet néfaste.

GLOSSAIRE 1

I. INTRODUCTION 4

II. POLLUANTS 5

II.1. LES COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS [1] 5
II.2. MONOXYDE ET DIOXYDE DE CARBONE 8
II.3. DIOXYDE D'AZOTE 9
II.4. TRICHLORAMINE 9

III. MATÉRIEL ET MÉTHODE 10

III.1. METROLOGIE 11
III.2. LOCALISATION DES PRELEVEMENTS 12
III.3. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE 14

IV. RÉSULTATS 15

IV.1. QUALITE DES MESURES 15
IV.2. PARAMETRES DE CONFORT 15
IV.3. LE FORMALDEHYDE 15
IV.4. LE BENZENE 16
IV.5. LES ETHERS DE GLYCOLS 17
IV.6. LES HYDROCARBURES 17
IV.7. LE MONOXYDE DE CARBONE, LE DIOXYDE DE CARBONE ET LE CONFINEMENT 19
IV.8. LE DIOXYDE D'AZOTE 21
IV.9. LA TRICHLORAMINE 22

IV. CRÈCHE COLETTE – HAUTE QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE 23

IV. CONCLUSIONS – PERSPECTIVES 23

BIBLIOGRAPHIE 24

ANNEXES 26

I. Introduction

Les enfants passent près de 90% de leur temps dans des lieux clos : habitations, moyens de transport, écoles…, dans lesquels ils respirent un air différent de l'air extérieur. A la pollution provenant de l'extérieur, s'ajoutent des polluants issus de trois principales sources : les appareils à combustion (monoxyde de carbone, dioxyde d'azote), les constituants du bâtiment, incluant les équipements et mobiliers (plomb des peintures, formaldéhyde, composés organiques volatils, fibres de toutes sortes) et l'activité humaine (produits ménagers, bricolage, acariens, moisissures, etc...).

Dans les classes, les concentrations de certains polluants peuvent être plus élevées que dans d'autres espaces clos (habitats, bureaux,…) du fait, par exemple, de la présence de plus de mobiliers ou bien de l'utilisation quotidienne de fournitures scolaires (colles, feutres, peintures…) et de produits d'entretien. Par ailleurs, à surface égale, on estime que les écoles présentent, en général, quatre fois plus d'occupants que les bureaux, ce qui influence nécessairement l'environnement intérieur, ne serait ce que par l'augmentation de l'humidité relative. Ces éléments structurels et conjoncturels particuliers sont associés à une population particulièrement sensible. En effet, de nombreuses études montrent une augmentation des allergies et des affections respiratoires chez les enfants. En France, la manifestation de troubles non spécifiques (maux de tête, nausées, vertiges…), dans des écoles, ces dernières années, a conduit à s'interroger sur la possible contribution de la qualité de l'air intérieur.

Cette étude a été réalisée en collaboration avec la ville de Rennes, afin de poursuivre la caractérisation de la qualité de l'air intérieur des établissements scolaires de la ville, entamée lors de précédentes études dans des écoles primaires en 2007-2008 et en 2009-2010. L'objectif était donc d'effectuer des mesures dans des crèches et d'étendre le nombre de polluants recherchés.

Pour cela, des mesures de composés organiques volatils (formaldéhyde, benzène…), de dioxyde d'azote, de monoxyde de carbone, de dioxyde de carbone et des paramètres de confort ont été réalisées dans quatre crèches de la ville et des mesures de trichloramines ont été effectuées, dans une cinquième crèche équipée d'une pataugeoire.

II. Polluants

II.1. Les composés organiques volatils [1]

Les composés organiques volatils (COV) sont des composés contenant au moins un élément carbone et un ou plusieurs autres éléments (hydrogène, halogène, oxygène, soufre, phosphore, silicium ou azote, à l'exception des oxydes de carbone et des carbonates et bicarbonates inorganiques) et qui possède une pression de vapeur de 0,01 kPa ou plus à une température de 293,15 K, ou une volatilité correspondante dans les conditions d'utilisation particulières (Définitions de la Directive 1999/13/CE du 11 mars 1999).

Les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes) ainsi que le Formaldéhyde font partie de ces composés organiques volatils. Ils sont présents dans les carburants, les peintures, les encres, les colles, les détachants, les cosmétiques et les solvants. Leurs principales émissions trouvent leurs sources dans le transport et l'industrie [2].

Les effets des COV sur la santé sont multiples, ils peuvent causer des gênes olfactives, des irritations de la peau, des yeux et du système respiratoire et aussi entraîner une baisse des capacités respiratoires, des troubles cardiaques, digestifs, rénaux ou nerveux. Le benzène, considéré comme le composé aromatique le plus toxique, est connu pour ses effets mutagènes et cancérigènes. Il est le seul à faire l'objet d'une réglementation. Sur l'environnement, les COV qui sont des composés très réactifs, jouent un rôle de précurseur de formation de l'ozone troposphérique avec les oxydes d'azote et certains sont aussi des gaz à effet de serre.

D'après le cadastre des émissions atmosphériques réalisé par Air Breizh, la répartition par secteur des émissions de composés organiques volatils en 2003 en Bretagne est de **44%** pour le Résidentiel & Tertiaire, **31%** pour les Transports, **22%** pour l'Industrie et de **3%** pour l'agriculture.

Pour la commune de Rennes dont la répartition est représentée sur le graphique ci-contre, la principale source d'émission de COVNM est l'Industrie, avec **54%** des émissions annuelles de la commune. Les secteurs Transport et Résidentiel & Tertiaire représentent **37%** et **9%** des émissions annuelles de la commune. Le secteur Agricole ne représente qu'une faible part des émissions annuelles de la commune avec moins de **1%** des émissions.

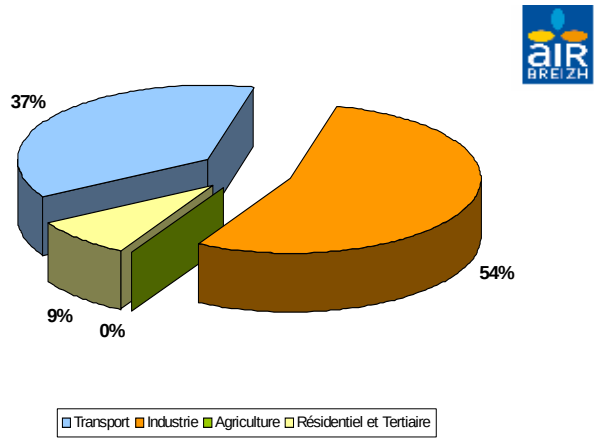


Fig. 1 : Répartition des émissions de COVNM par secteur à Rennes en 2003

Le choix des composés s'est orienté vers les composés dont l'impact sur la santé est important et ceux particulièrement émis par les peintures. Les COV choisis sont le **formaldéhyde,** les **BTEX** (benzène, toluène, éthylbenzène, m-+p-xylène et o-xylène) et les **éthers de glycols** (1-méthoxy-2-propanol, 1-méthoxy-2-propylacétate, 2-butoxyéthanol, 2-butoxyéthylacétate, 2-ethoxyéthanol).

Dans le tableau 1, sont regroupés les impacts sur la santé que peuvent avoir les différents composés organiques volatils mesurés ainsi que leurs sources potentielles et les valeurs réglementaires existantes en France et à l'étranger.

Nom	Catégorie	Valeurs réglementaires		Impact sur la santé	Sources
		France	Autres		
Formaldéhyde (ou méthanal)	Aldéhyde	**ANSES (VGAI) :** **50 µg/m^3 sur 2 heures (exposition court terme)** **10 µg/m^3 en exposition chronique (exposition à long terme)** **Ministère du travail** : VME 625 µg/m^3 VLCT 1250 µg/m^3	**OMS** : 100 µg/m^3 sur 30 min dans l'air ambiant **NIOSH (USA)** : VME 0,016 ppm (366 µg/m3) VLCT 0,1ppm (122 µg/m^3)	Problèmes respiratoires aigus, cancérogène chez l'homme (CIRC : Groupe 1)	Panneaux de particules, panneaux de fibres, panneaux de bois brut, livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, cosmétiques, parfums, cigarettes, photocopieurs
Benzène	Hydrocarbure	**ANSES (VGAI) :** **30 µg/m^3 pour une exposition de 1 à 14 jours** **20 µg/m^3 pour une exposition de 14 jours à un an** **10 µg/m^3 pour une exposition supérieure à un an** **0,2 µg/m^3 pour une exposition vie entière correspondant à un excès de risque de 10^{-6}** **2 µg/m^3 pour une exposition vie entière correspondant à un excès de risque de 10^{-5}** **Ministère du travail** : VME 3,25 mg/m^3	**OMS** : 120 µg/m^3 sur 24 h 17 µg/m^3 pour un excès de risque vie entière de 10^{-4} 1,7 µg/m^3 pour un excès de risque vie entière de 10^{-5} 0,17 µg/m^3 pour un excès de risque vie entière de 10^{-6}	Neurologiques et Immunologiques, leucémie, cancérogène chez l'homme (CIRC : Groupe 1)	Combustion, vapeurs d'essence, fumée de tabac, produits de bricolage et d'ameublement, produits de construction et de décoration, combustion d'encens
Toluène	Hydrocarbure	**Ministère du travail** : VME 192 mg/m^3 VLCT 384 mg/m^3	**OMS** : 260 µg/m^3 (7j) **Allemagne** : Guideline value I : 300 µg/m^3 (7j) Guideline value II : 3000 µg/m^3 (7j)	Irritation des voies respiratoires, maux de tête, atteintes neurologiques	Peintures, vernis, colles, encres, moquettes, tapis, calfatage siliconé, vapeurs d'essence
Ethylbenzène	Hydrocarbure	**Ministère du travail** : VME 88,4 mg/m^3 VLCT 442 mg/m^3	**OMS** : 22000 µg/m^3 (moyenne annuelle)	Irritation des yeux, de la peau et des voies respiratoires	Carburants, cires
m-+p-Xylène	Hydrocarbure	**Ministère du travail** : VME 221 mg/m^3 VLCT 442 mg/m^3	**OMS :** 4800 µg/m^3 sur 24 h **Europe** : 221 mg/m^3 sur 8h/j ou 40h/semaine 442 mg/m^3 à court terme	Atteintes neurologiques	Peintures, vernis, colles, insecticides

o-Xylène	Hydrocarbure	**Ministère du travail** : VME 221 mg/m^3 VLCT 442 mg/m^3	**OMS** : 4800 µg/m^3 sur 24 h **Europe** : 221 mg/m^3 sur 8h/j ou 40h/semaine 442 mg/m^3 à court terme	Atteintes neurologiques	Peintures, vernis, colles, insecticides
1-méthoxy-2-propanol	Glycol	**Ministère du travail** : VME 375 mg/m^3 VLCT 568 mg/m^3	**Europe** : 375 mg/m^3 sur 8h/j 568 mg/m^3 à court terme	Irritation des voies respiratoires, maux de tête, effets sur le système nerveux	Peintures, vernis, laques, savons, cosmétiques, fongicides, herbicides, produits de traitement du bois, colmatage siliconé
1-méthoxy-2-propylacétate	Glycol	**Ministère du travail** : VME 275 mg/m^3 VLCT 550 mg/m^3	**Europe** : 275 mg/m^3 sur 8h/j 550 mg/m^3 à court terme	Irritation des yeux et des voies respiratoires	Peintures, vernis, laques, savons, cosmétiques, fongicides, herbicides, produits de traitement du bois, calfatage siliconé
2-butoxyéthanol	Glycol	**Ministère du travail** : VME 9,8 mg/m^3 VLCT 147,6 mg/m^3	**OMS** : 13100 µg/m3 (7j) **Europe** : 98 mg/m^3 sur 8h 246 mg/m^3 à court terme	Irritation des yeux et des voies respiratoires, altération hématologique	Peintures, vernis, laques, savons, cosmétiques, fongicides, herbicides, produits de traitement du bois, calfatage siliconé
2-butoxyéthylacétate	Glycol	**Ministère du travail** : VME 13,3 mg/m^3 VLCT 199,8 mg/m^3	**Europe** : 133 mg/m^3 sur 8h/j 333 mg/m^3 à court terme	Irritation de la peau et des muqueuses, troubles neurologiques et métaboliques	Peintures, vernis, laques, savons, cosmétiques, fongicides, herbicides, produits de traitement du bois, calfatage siliconé
2-éthoxyéthanol	Glycol	**Ministère du travail** : VME 19 mg/m^3	**Allemagne** : 76 mg/m^3	Maux de tête, confusion mentale, perte de conscience, altération de la fertilité, risque d'effets néfastes pendant la grossesse	Peintures, laques, vernis, encre d'imprimerie, huiles solubles, antigel pour carburant d'aviation

Tab.1 : Valeurs de références et sources d'émissions des composés organiques volatils

VME : Il s'agit de la concentration maximale admissible dans l'air du lieu de travail, où le travailleur est amené à travailler une journée entière (8h/j)

VLCT : Il s'agit de la concentration maximale admissible dans l'air du lieu de travail, où le travailleur peut être exposé pour une courte durée (≤15 min)

VGAI : Il s'agit des Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur définies par l'ANSES

Pour le **formaldéhyde**, le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) propose 3 valeurs repères de qualité de l'air intérieur pour la mise en place d'actions [3]:

- en dessous de 30 µg/m^3, aucune action corrective spécifique n'est préconisée,
- entre 30 et 50 µg/m^3, il est préconisés de ventiler le local et de choisir des meubles faiblement émissifs en raison du «caractère peu sévère» des effets sanitaires,
- au-dessus de 50 µg/m^3, des actions de correction devront être mises en place dans les mois suivant la mesure,
- au dessus de 100 µg/m^3, des actions de correction devront être mises en place très rapidement.

II.2. Monoxyde et dioxyde de carbone

III.2.1. Monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone est un gaz inodore, incolore et inflammable. Il est émis lors de la combustion incomplète de matières organiques (gaz, charbon, carburants…), la combustion complète produisant du CO_2.

D'après le cadastre des émissions atmosphériques réalisé par Air Breizh, la répartition par secteur des émissions de monoxyde de carbone en 2003 en Bretagne est principalement de **69%** pour le Résidentiel & Tertiaire et de **30%** pour les Transports.

Pour la ville de Rennes dont la répartition est représentée sur le graphique ci-contre, la principale source d'émission de CO est le secteur des Transport avec **59%** des émissions annuelles de la commune. Le secteur Résidentiel & Tertiaire représente aussi une source d'émission annuelle importante, avec **41%** des émissions de la commune. Le secteur Agricole et le secteur Industriel ne représentent qu'une faible part des émissions annuelles de la commune, avec moins de **1%** des émissions.

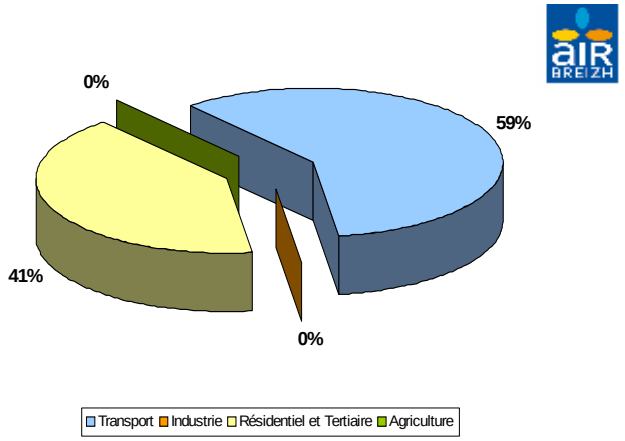


Fig. 2 : Répartition des émissions de CO par secteur à Rennes en 2003

Le monoxyde de carbone se fixe sur l'hémoglobine du sang, avec une affinité 200 fois supérieures à celle de l'oxygène. Les organes les plus sensibles à cette diminution de l'oxygénation sont le cerveau et le cœur. L'inhalation de CO entraîne des maux de tête et des vertiges. Nausées et vomissements apparaissent à forte concentration. En cas d'exposition prolongée à des niveaux élevés en milieu confiné, ce polluant peut avoir un effet asphyxiant mortel.

D'après le **Décret n° 2003-1085 du 12 novembre 2003 (modifiant le décret n° 98-360 du 6 mai 1998) et Arrêté Ministériel du 17 août 1998**, la valeur limite pour la protection de la santé est de 10 mg/m^3 sur 8 heures, en air extérieur. Les recommandations de l'OMS et de l'ANSES indiquent comme valeurs guides des concentrations, en air intérieur, de 100 mg/m^3 sur 15 minutes, 60 mg/m^3 sur 30 minutes, 30 mg/m^3 sur 1 heure, 10 mg/m^3 sur 8 heures.

III.2.2. Dioxyde de carbone

Dans les bâtiments, les émissions de dioxyde de carbone sont dues à la respiration des occupants. Lors de l'inspiration, l'air pénètre dans les poumons ; le dioxygène (O_2) passe au travers des parois des alvéoles et se fixe sur les hématies (globules rouges). Le sang oxygéné est transporté par les artères grâce à l'action du cœur (circulation sanguine) et est acheminé vers les différents organes où se produit la respiration cellulaire. Le dioxygène est utilisé pour une réaction d'oxydo-réduction visant à fournir de l'énergie à la cellule. Cette réaction produit du dioxyde de carbone (CO_2) qui, dissout dans le plasma, est acheminé vers les poumons via les veines puis expulsé à l'expiration.

Contrairement aux aldéhydes, le dioxyde de carbone (CO_2) ne présente pas de toxicité pour l'homme aux concentrations observées dans les atmosphères intérieur et extérieur. Il est utilisé comme un indicateur du confinement des bâtiments. Plus l'air est confiné, plus le niveau de CO_2 est élevé et moins bonne devrait être la qualité de l'air dans la pièce. En 2001, une étude du Laboratoire d'Hygiène et de Santé Publique de la faculté de Pharmacie de Paris V et du Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris [4] a permis de montrer que les concentrations de polluants augmentent significativement avec le niveau moyen de CO_2 (à l'exception du formaldéhyde).

Concernant le CO_2, le règlement sanitaire départemental type (RSD) impose de ne pas dépasser la concentration de 1000 ppm, avec tolérance de 1300 ppm dans les locaux où il est interdit de fumer.

II.3. Dioxyde d'azote

Parmi les nombreux oxydes d'azote existant dans l'atmosphère, le monoxyde (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2) sont les plus impliqués dans les mécanismes de pollution atmosphérique. Ce sont ces deux polluants qui seront désignés ici sous le terme d'oxydes d'azote (NOx).

Le monoxyde d'azote NO se forme par combinaison de l'azote N_2 et de l'oxygène O_2, lors de combustions à haute température. Au contact de l'air, il est rapidement oxydé en dioxyde d'azote NO_2, polluant que l'on retrouve à l'extérieur comme à l'intérieur des locaux.

D'après le cadastre des émissions atmosphériques réalisé par Air Breizh, la répartition par secteur des émissions d'oxydes d'azote en 2003 en Bretagne est de **75%** pour les Transports, de **10%** pour le Résidentiel & Tertiaire, de **9**% pour l'agriculture et de **6**% pour l'Industrie.

Pour la ville de Rennes dont la répartition est représentée sur le graphique ci-contre, la principale source d'émission de NOx est le secteur des Transports avec **52%** des émissions annuelles de la commune. Le secteur Industriel et le secteur Résidentiel & Tertiaire représentent des sources d'émissions annuelles importantes avec **32%** et **16**% des émissions de la commune. Le secteur Agricole ne représente qu'une faible part des émissions annuelles de la commune avec moins de **1%** des émissions.

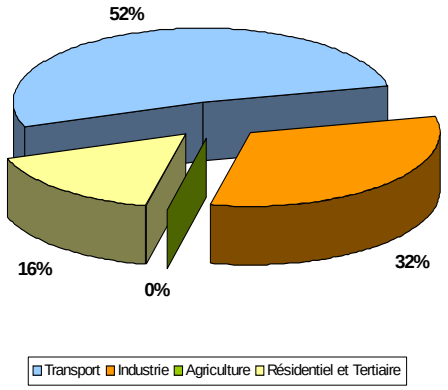


Fig. 3 : Répartition des émissions de NOx par secteur à Rennes en 2003

Le dioxyde d'azote pénètre dans les voies respiratoires profondes, où il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants. Aux concentrations rencontrées habituellement en air extérieur, le dioxyde d'azote provoque une hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques.

L'objectif de qualité en air ambiant pour le dioxyde d'azote est de 40 µg/m^3, en moyenne annuelle.

II.4. Trichloramine

Le chlore est très largement utilisé pour les opérations de désinfection des piscines en raison de ses propriétés bactéricides, de son faible coût et de la facilité d'emploi de certains dérivés. Il est donc pour les mêmes raisons utilisés pour la désinfection des pataugeoires présentes dans certaines crèches.

La solubilisation du chlore dans l'eau conduit à la formation d'ions hypochlorites (ou acide hypochloreux selon le pH). Le chlore est susceptible de réagir avec des substances azotés (urines, sueur, salive dans le cas des piscines ; débris végétaux et animaux dans l'industrie agroalimentaire). Il s'agit d'une chimie très

complexe qui voit le chlore dégrader progressivement des molécules telles que les protéines pour donner naissance à des composés divers tels que des haloformes (chloroforme, dichlorométhane,...), des aldéhydes et des chloramines.

Le mécanisme réactionnel aboutissant à la formation de ces derniers composés est schématisé ainsi [5] :

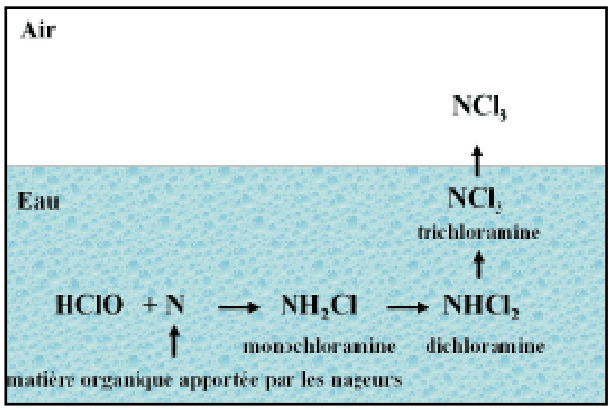


Fig.4 : Schéma de formation de la trichloramine dans les piscines

Compte tenu de leurs solubilités respectives, la mono- et la dichloramine reste en phase aqueuse. En revanche, la trichloramine (ou trichlorure d'azote) se volatilise rapidement dans l'atmosphère. Ce gaz est responsable de l'odeur caractéristique des bassins de natation.

La toxicité aiguë de la trichloramine est bien connue. Chez l'animal (expérience menée sur des souris), cette substance a le même pouvoir d'irritation que le chlore ou le formaldéhyde et cause un œdème pulmonaire fatal à haute dose.

Une étude épidémiologique, publiée en 2001 et menée auprès de 334 Maîtres Nageurs Sauveteurs (M.N.S) employés dans 63 établissements différents, a montré une forte corrélation entre les niveaux de trichloramine dans l'air et la prévalence des troubles irritatifs [5].

La valeur moyenne d'exposition (VME) établie par l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles) pour le trichlorure d'azote est de 0,5 mg/m^3 sur 8 heures, la valeur limite d'exposition est de 250 mg/m^3 sur 15 minutes.

III. Matériel et Méthode

Les méthodes de mesure appliquées correspondent aux méthodologies ANSES / OQAI déjà utilisées lors des campagnes précédentes dans les écoles primaires de Rennes Métropole, en 2007, 2008 et 2009.

Lors de cette campagne de mesure, Air Breizh a mesuré les concentrations de composés organiques volatils (formaldéhyde, benzène…), du dioxyde d'azote, du monoxyde de carbone, du dioxyde de carbone et des paramètres de confort (température, humidité relative et taux de renouvellement d'air) dans quatre crèches de la ville de Rennes. Des mesures de trichloramine ont aussi été effectuées dans une cinquième crèche de la ville, équipée d'une pataugeoire.

III.1. Métrologie

a. Composés organiques volatils et dioxyde d'azote

La méthodologie proposée s'appuie sur les préconisations de la norme NF ISO 16000-2 relative à la stratégie d'échantillonnage pour l'analyse du formaldéhyde dans l'air intérieur.

Pour la mesure des composés organiques volatils et du dioxyde d'azote, la technique de l'échantillonnage passif par tubes à diffusion est utilisée. Cette méthode de mesure ne nécessitant pas d'alimentation électrique et peu d'entretien, permet de déterminer la concentration de nombreux composés.

Le principe de la mesure est de piéger chimiquement les composés à l'intérieur de la cartouche. Celle-ci est ensuite analysée en laboratoire et fournit une concentration moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition. En revanche, ces outils ne permettent pas de connaître l'évolution temporelle des niveaux de pollution des composés, durant la période d'échantillonnage.

Fig. 5 : Prélèvements passif dans la crèche Colette

Afin d'être le plus proche possible des conditions d'exposition des enfants et d'assurer une durée de prélèvement suffisante, les tubes sont exposés pendant une durée de quatre jours (installation le lundi matin et récupération le vendredi matin).

b. Monoxyde et dioxyde de carbone et paramètres de confort

L'utilisation d'analyseurs de type Q-Trak permet le suivi en continu de 4 paramètres : la température, l'humidité, le CO et le CO_2 (mesure toutes les 2 minutes).

L'estimation du renouvellement d'air est basée sur le suivi des concentrations en CO_2 d'origine métabolique, c'est-à-dire dû à la présence des enfants et des adultes dans la classe.

Fig. 6 : Analyseur Q-Trak

Afin d'assurer une bonne représentativité des mesures, une période d'échantillonnage de 4 jours a été retenue (installation d'un analyseur le lundi matin et récupération vendredi matin).

d. Trichloramine

La méthode de prélèvement de la trichloramine est issue de la base de données Métropol (recueil de méthodes de prélèvement et d'analyse de l'air pour l'évaluation de l'exposition professionnelle aux agents chimiques élaborées par les CRAM et l'INRS) [6].

Chaque échantillonneur est composé :

- d'une **cassette** contenant 1 filtre-membrane de porosité < 1 µm (protection contre les projections) et 2 filtres à quartz (diamètre 37 mm) imprégnés de carbonate de sodium et de trioxyde de diarsenic (prélèvement de la trichloramine),
- d'une **pompe** de prélèvement individuel capable d'assurer un débit régulé de 0,5 à 1 l/min (± 5 %),
- d'un **flexible** reliant la pompe à l'échantillonneur,
- d'un **support** métallique avec une pince pour régler la hauteur de prélèvement.

En milieu fortement basique, le trioxyde diarsenic réduit les différentes formes de chlore en chlorures.
La durée de prélèvement est fixée à deux fois 4h, afin de pouvoir comparer les mesures avec la valeur réglementaire et d'assurer un volume d'échantillonnage suffisant (180 l).

III.2. Localisation des prélèvements

a. Choix des sites

Dans le cadre de cette étude, 5 crèches ont fait l'objet de prélèvements. Le choix des écoles s'est porté sur des établissements de typologie et d'emplacement particulier :

- la crèche A. Bouchard, située dans un bâtiment particulièrement ancien (1927),
- la crèche P. Kergomard, située à environ 60 mètres de la rocade,
- la crèche Colette qui est une crèche haute qualité environnementale,
- la crèche Poterie,
- la crèche F. Dolto, seule crèche rennaise à posséder une pataugeoire en fonctionnement.

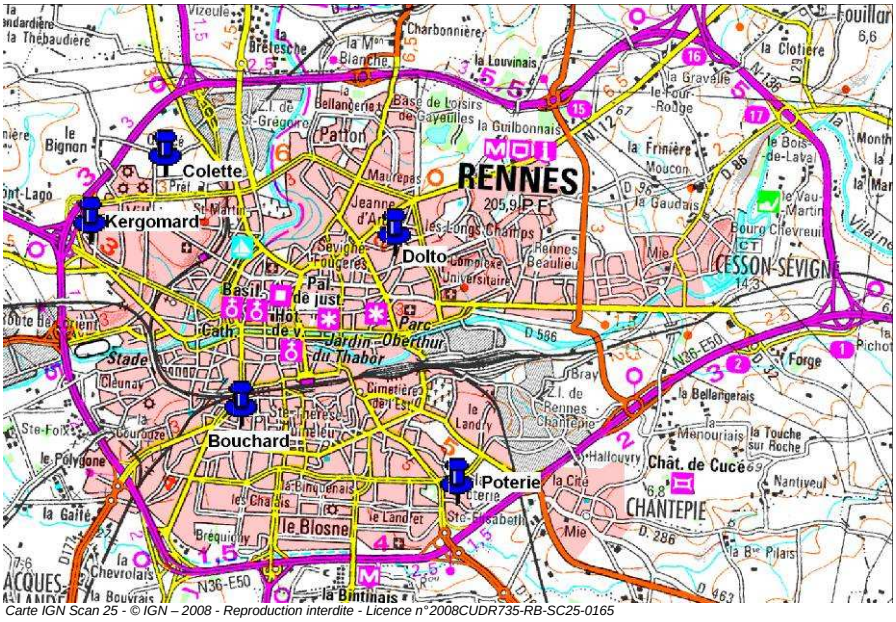


Fig. 7 : Emplacement des écoles

b. Choix de l'emplacement du prélèvement dans la salle

La localisation des prélèvements respecte les préconisations des protocoles de surveillance du formaldéhyde, du benzène et du monoxyde de carbone dans l'air des lieux clos ouverts au public (Décembre 2008), élaborés par le LCSQA en partenariat avec le CSTB.

Le point de prélèvement est donc représentatif de l'exposition moyenne. Il est éloigné des courants d'air, des zones proches des portes et fenêtres, des sources de chaleur et des sources d'émissions, placé à plus de 50 cm des parois de la pièce et suspendu à environ 2 mètres de hauteur.

La pièce choisie a toujours été la salle de vie dans laquelle les enfants passent le plus de temps.

Un deuxième point de prélèvement est placé à l'extérieur, tout en respectant les critères d'implantation des sites de mesure en air extérieur, afin de connaître l'influence de l'air extérieur.

Tube à diffusion pour le prélèvement des composés organiques volatils

Tube à diffusion pour les prélèvements extérieurs

Fig. 8 : localisation des prélèvements

III.3. Déroulement de la campagne

Deux campagnes de mesure ont été menées :

- Campagne hivernale, du **1er au 5 mars 2010,**
- Campagne estivale, du **14 au 18 juin 2010.**

Quatre crèches (A. Bouchard, Colette, P. Kergomard et Poterie) ont été équipées :

- de 2 tubes à diffusion passive par établissement et d'un tube à diffusion passive à l'extérieur des classes, pour la mesure des composés organiques volatils,
- d'un analyseur Q-Trak permettant le suivi en continu des concentrations en CO_2 (+ CO, T°, Humidité)

La crèche Kergomard a été équipée de 2 tubes à diffusion passive à l'intérieur et à l'extérieur pour la mesure du dioxyde d'azote.

Une cinquième crèche, la crèche F. Dolto, a été équipée pendant une journée d'un dispositif de mesure de la trichloramine.

Un cahier de suivi a été renseigné par les différentes personnes fréquentant la salle de vie appareillée. Ces derniers ont indiqué :

- la durée de fréquentation de la salle,
- le nombre d'enfants et de personnes présentes dans la salle,
- les activités pratiquées par les enfants et le personnel technique,
- les heures et les durées d'ouverture des portes et des fenêtres.

IV. Résultats

IV.1. Qualité des mesures

Les résultats présentés dans ce rapport sont des moyennes sur les périodes d'exposition, ils sont donnés pour une température de 20°C et une pression de 1013 hPa. Les concentrations moyennes obtenues sont exprimées en µg/m^3.
Les prélèvements intérieurs ont tous été effectués en doublon, afin de valider les résultats et de vérifier la répétabilité des échantillonnages.
Des blancs de terrain ont suivi le même parcours que les tubes exposés, à l'exception du prélèvement et sont donc témoins de l'éventuelle contamination environnante, durant le stockage et le transport. Les valeurs des blancs (faibles par rapport aux quantités prélevées dans les échantillons) ont été retranchées aux échantillons.

IV.2. Paramètres de confort

La température T(°C) et l'humidité relative HR (%) sont les principaux paramètres de confort à l'intérieur d'une pièce, ils peuvent notamment être à l'origine de l'apparition d'acariens et/ou de moisissures qui peuvent à leur tour avoir un impact sur la santé et sur le ressenti du ou des occupants. Ces deux paramètres à l'intérieur des locaux sont fortement conditionnés par les conditions extérieures. D'après l'OQAI, l'humidité relative doit être comprise entre 40 et 70% et la température entre 18 et 22°C, pour que le confort soit optimum.

Lors de la campagne de mesure, la température à l'intérieur des classes est majoritairement comprise entre 18,7 et 26,1 °C, en période estivale, et entre 17 et 25,9 °C, en période hivernale. Les bornes inférieures et supérieures de confort optimum sont souvent franchies. L'humidité relative dépasse souvent les bornes de confort en période hivernale, notamment dans la crèche P. Kergomard où l'atmosphère est très sèche et ne dépasse que très rarement les 40 % d'humidité (Cf. Annexe 1).

IV.3. Le formaldéhyde

Dans chacune des quatre crèches suivies, en période hivernale et estivale, les concentrations en formaldéhyde <u>dépassent la valeur guide de l'ANSES</u> pour une exposition chronique de 10 µg/m^3. La valeur guide de l'ANSES pour une exposition sur deux heures (50 µg/m^3) n'est en revanche jamais dépassée.

Seule la crèche Kergomard dépasse en période estivale la valeur repère de 30 µg/m^3 du HCSP qui préconise, dans ce cas, d'aérer les locaux et de choisir du mobilier faiblement émissif.

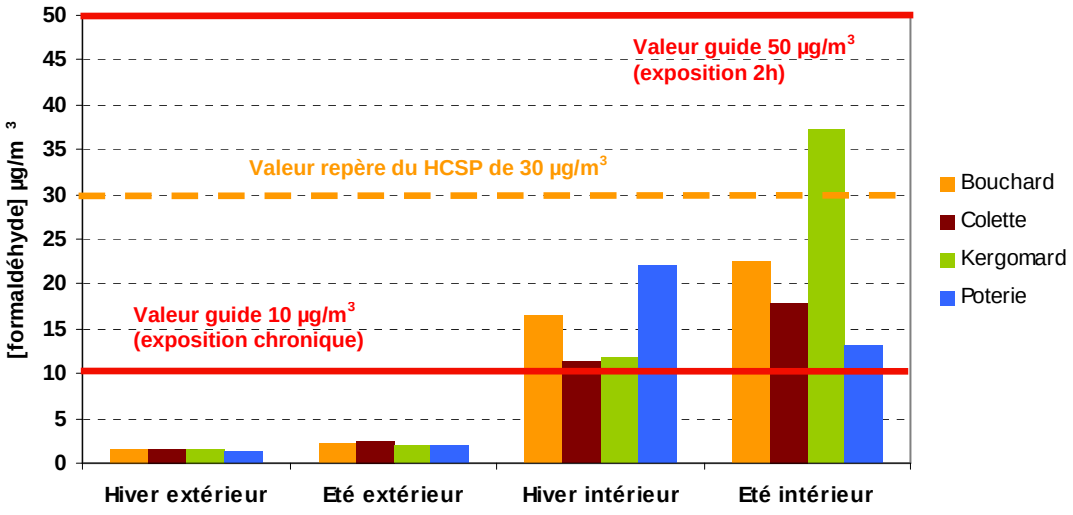


Fig. 9 : Concentrations en formaldéhyde

Il n'apparaît aucune corrélation entre les niveaux de concentration mesurés à l'extérieur et à l'intérieur, confirmant ainsi que les concentrations rencontrées dans les locaux sont imputables à des sources internes.

La concentration la plus élevée a été mesurée dans la crèche P. Kergomard avec une valeur de 37,2 µg/m^3 en période estivale, cette concentration est près de deux fois supérieure à celles mesurées dans les autres crèches à la même période.

Dans trois crèches, les concentrations en formaldéhyde sont plus élevées en période estivale qu'en période hivernale, seule la crèche Poterie présente des concentrations plus élevées en période hivernale. Lors des précédentes campagnes d'Air Breizh [7] [8], les concentrations estivales étaient toujours supérieures aux concentrations hivernales, en raison du caractère très volatil du formaldéhyde en lien avec la température de la pièce. La situation rencontrée dans la crèche Poterie ne s'explique pas par un confinement particulièrement important en période hivernale ou par une aération estivale particulièrement importante (Cf. IV.7.). Deux autres hypothèses sont donc d'une part l'introduction probable d'une source d'émission particulière en hiver comme l'utilisation d'un produit ménagé (lavage des vitres, du mobilier et du sol, trois jours par semaine et quelques fois plusieurs fois par jour) et d'autre part le non fonctionnement de la VMC.

Lors des précédentes campagnes de mesure d'Air Breizh, les concentrations mesurées étaient du même ordre de grandeur et le même constat au sujet des différences entre période estivale et hivernale et entre concentrations intérieur et extérieur avait pu être réalisé [7] [8].

IV.4. Le benzène

Les concentrations en Benzène sont du même ordre de grandeur pour toutes les crèches et aucune différence significative n'existe entre les concentrations intérieures et extérieures ni entre les concentrations hivernales et estivales.

L'ensemble des concentrations mesurées sont inférieures aux valeurs guides de l'ANSES, préconisant une valeur de 10 µg/m^3 pour une exposition supérieure à un an.

L'objectif de qualité de 2 µg/m^3 ainsi que la valeur limite de protection de la santé humaine de 5 µg/m^3 en air ambiant, applicable au 1er janvier 2010, sont respectés pendant les périodes de mesure.

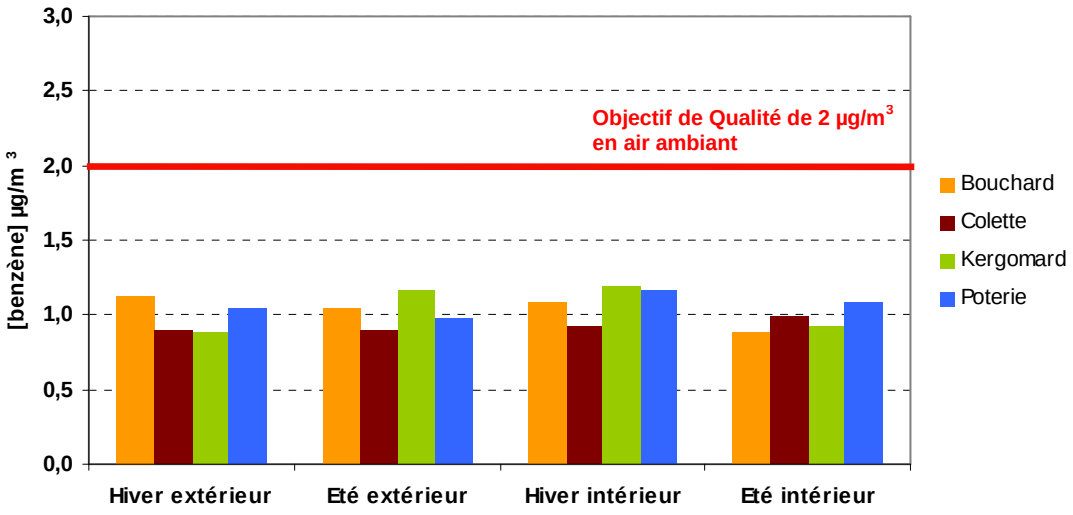


Fig. 10 : Concentrations en benzène

Les concentrations mesurées lors de cette campagne de mesure sont inférieures à la moyenne des concentrations dans des écoles françaises (3 µg/m^3), indiquée dans l'inventaire des données françaises sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments [4]. Dans le cadre d'une étude dans des établissements recevant du public, l'ASPA avait mesuré en 2005 une concentration en benzène variant entre 1 et 4 µg/m^3 [9].

Le benzène possède une durée de vie de quelques jours et est majoritairement émis par le trafic automobile et l'évaporation de l'essence, il est donc très probable que les concentrations mesurées dans les crèches

soient principalement liées à une source externe. Ce dernier point se justifie par l'uniformité des concentrations mesurés entre l'hiver et l'été et entre l'intérieur et l'extérieur, quelque soit la crèche. De même, la relative proximité du trafic automobile ne met pas en évidence des concentrations plus élevées dans le cas de la crèche P. Kergomard, permettant de conclure à une pollution de fond par rapport au benzène.

IV.5. Les éthers de glycols

Les concentrations mesurées en éthers de glycols lors des deux campagnes de mesures sont bien inférieures aux valeurs moyennes d'exposition et aux valeurs limites d'exposition à court terme existantes.

Pour le 1-méthoxy-2-propanol et pour le 2 butoxyéthanol, les concentrations mesurées entre les différentes crèches sont très hétérogènes, les crèches A. Bouchard et Colette étant les établissements pour lesquels les concentrations sont les plus élevées. Les concentrations mesurées entre les périodes hivernales et estivales sont du même ordre de grandeur à l'intérieur des crèches mais sont très différentes à l'extérieur du bâtiment (quasi nulle pour l'hiver). La température semble donc avoir un impact important sur les concentrations et les sources d'émissions semblent être à la fois internes (produits ménagers) et externes (carburants).

Pour le 2-ethoxyéthanol, le 1-méthoxy-2-propylacétate et le 2-butoxyéthylacétate, les concentrations sont très faibles ou inférieures au seuil de détection. Aucune variation significative ne peut-être mise en évidence entre intérieur et extérieur, ni entre période hivernale et estivale.

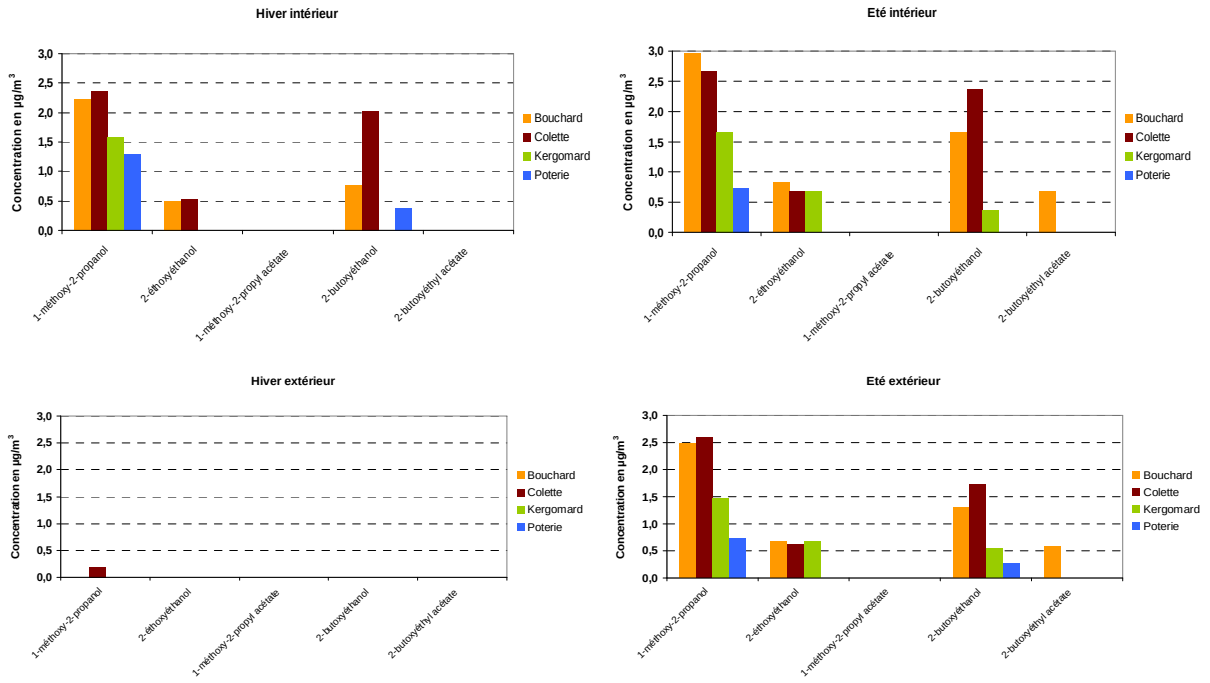


Fig. 11 : Concentrations en éthers de glycols

Lors d'une précédente étude réalisé dans des bureaux en 2009 [10], Air Breizh avait mesuré des concentrations plus importantes en 1-methoxy-2-propanol et en 2-butoxyéthanol avec respectivement 7 µg/m^3 et 30 µg/m^3.
Dans le cadre d'une étude dans des établissements recevant du public, l'ASPA avait mesuré en 2005 une concentration de 132 µg/m3 en 1-methoxy-2-propanol et de 590 µg/m^3 pour le 2-butoxyéthanol [9].

IV.6. Les hydrocarbures

Les concentrations mesurées en hydrocarbures lors des deux campagnes de mesures sont bien inférieures aux valeurs moyennes d'exposition et aux valeurs limites d'exposition à court terme existantes.

Pour l'ensemble des hydrocarbures mesurés, les concentrations des deux campagnes de mesure sont systématiquement plus élevés à l'intérieur qu'à l'extérieur, pour l'ensemble des crèches sauf pour celle de la Poterie où les concentrations sont du même ordre de grandeur. Les sources principales d'émissions semblent donc être internes aux établissement et sont habituellement liées aux peintures.

Les concentrations mesurées en période hivernale sont du même ordre de grandeur que celles mesurées en période estivale sauf pour la crèche P. Kergomard où l'ensemble des hydrocarbures mesurés présentent des concentrations plus fortes en été.

La crèche P. Kergomard ainsi que la crèche Colette sont les établissement qui présentent les concentrations les plus fortes.

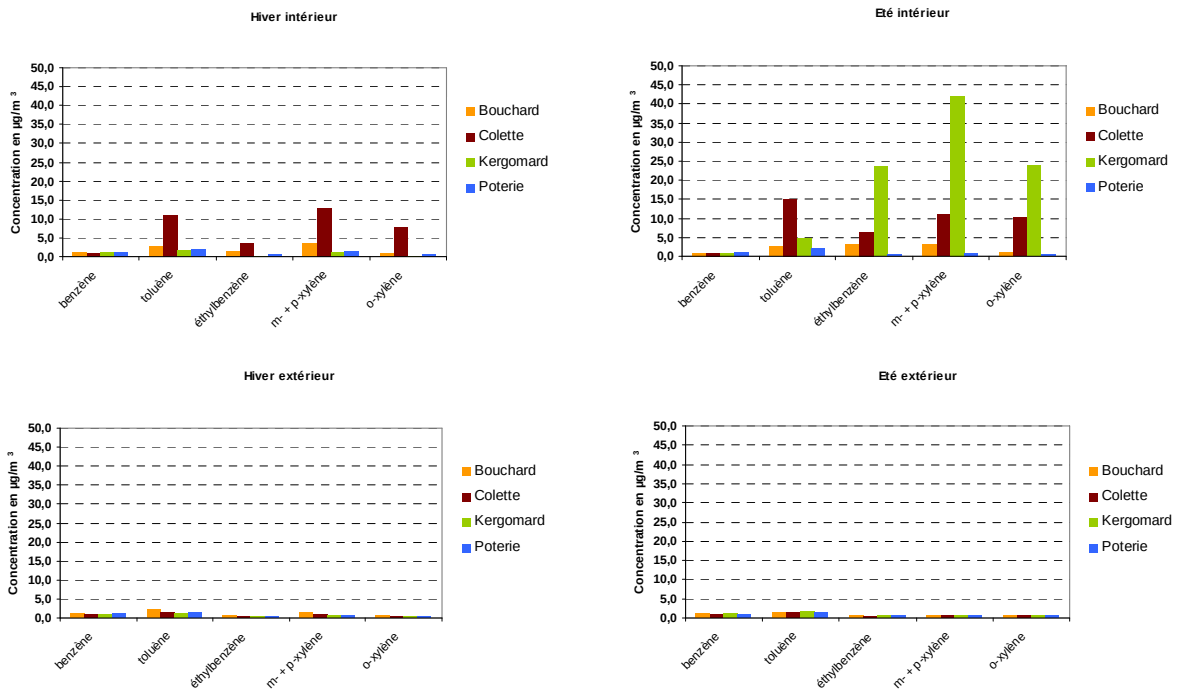


Fig. 12 : Concentrations en hydrocarbures

Dans la plupart des crèches, les concentrations sont du même ordre de grandeur que celles mesurées dans des bureaux lors d'une précédente étude réalisé par Air Breizh [10]. En revanche, les concentrations mesurés dans les crèches Colette et P. Kergomard sont bien plus importantes, notamment pour les xylènes.

L'étude du rapport des concentrations Benzène / Toluène permet d'évaluer un apport interne de ces polluants. En effet, ces deux composés sont émis dans un rapport constant par le trafic automobile. Si le rapport est > 1, alors l'origine du Benzène est liée au trafic routier. En revanche, si le rapport est < 1, l'origine du benzène est liée à une autre source.

	Rapport Benzène / Toluène			
	Intérieur		Extérieur	
	Hiver	Eté	Hiver	Eté
A. Bouchard	0,36	0,32	0,47	0,71
Colette	**0,08**	**0,07**	0,58	0,62
P. Kergomard	0,63	0,20	0,71	0,72
Poterie	0,57	0,57	0,78	0,67

Tab.2 : Rapport benzène / toluène

En atmosphère intérieure, dans la crèche Colette, un rapport inférieur à 0,1 permet de confirmer l'origine interne de ce composé dans la crèche. Les rapports étant toujours plus faibles en atmosphère intérieure,

l'origine du toluène semble être principalement interne. Aucun point de mesure (intérieur ou extérieur) ne présente un rapport supérieur à 1, permettant ainsi de s'assurer de la non existence d'une source isolée de benzène, comme les transports.

IV.7. Le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone et le confinement

Pour le **monoxyde de carbone,** les mesures ont été réalisées en continu dans les salles de vie. Les niveaux moyens sont compris entre 0,05 et 0,23 mg/m^3 pour la période hivernale et entre 0,02 et 0,21 mg/m^3 pour la période estivale.

Pour les calculs et dans le but de ne considérer que le temps de présence des enfants caractéristique de leur exposition, la plage horaire prise en compte est de 7h30 à 18h30 pour toutes les crèches, correspondant à l'arrivée des premiers enfants et au départ des derniers.

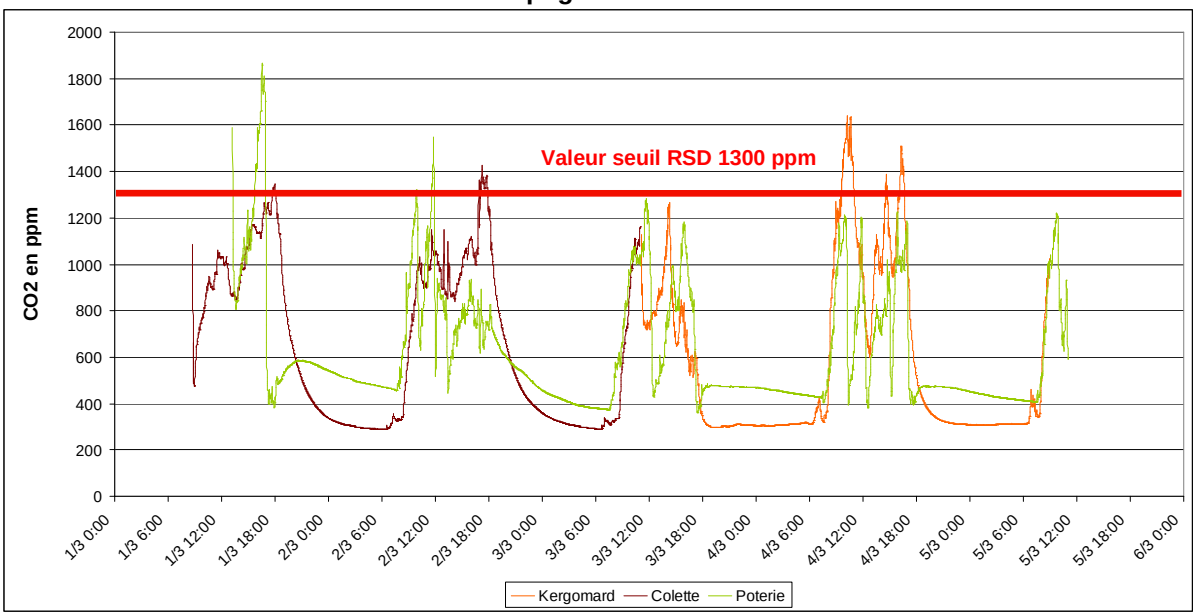
Ecoles	*(en mg/m^3)*	Moyenne	Médiane	Maximum	Minimum
A. Bouchard	Mars	-	-	-	-
	Juin	0,1	0,1	1,2	0
Colette	Mars	0,27	0,2	1,3	0,1
	Juin	0,06	0,1	0,4	0
P. Kergomard	Mars	0,17	0,2	0,4	0
	Juin	0,03	0	0,2	0
Poterie	Mars	0,05	0	1	0
	Juin	0,23	0,2	1	0

Tab.3 : Synthèse des résultats pour le monoxyde de carbone

La valeur maximale de la campagne est de 1,3 mg/m^3 (crèche Colette, le lundi 1er mars à 8h50). **L'ensemble des valeurs guides proposées par l'ANSES est respecté, durant les deux campagnes de mesures.**

Pour le **dioxyde de carbone**, les fluctuations des concentrations correspondent au temps de présence des enfants, dans les salles de vie (augmentation brusque à l'arrivée des enfants et du personnel le matin et diminution lors des départs)

Campagne hivernale



En période hivernale, la valeur seuil imposée par le règlement sanitaire départemental (RSD) fixée à 1300 ppm est dépassée au moins une fois dans chaque crèche.

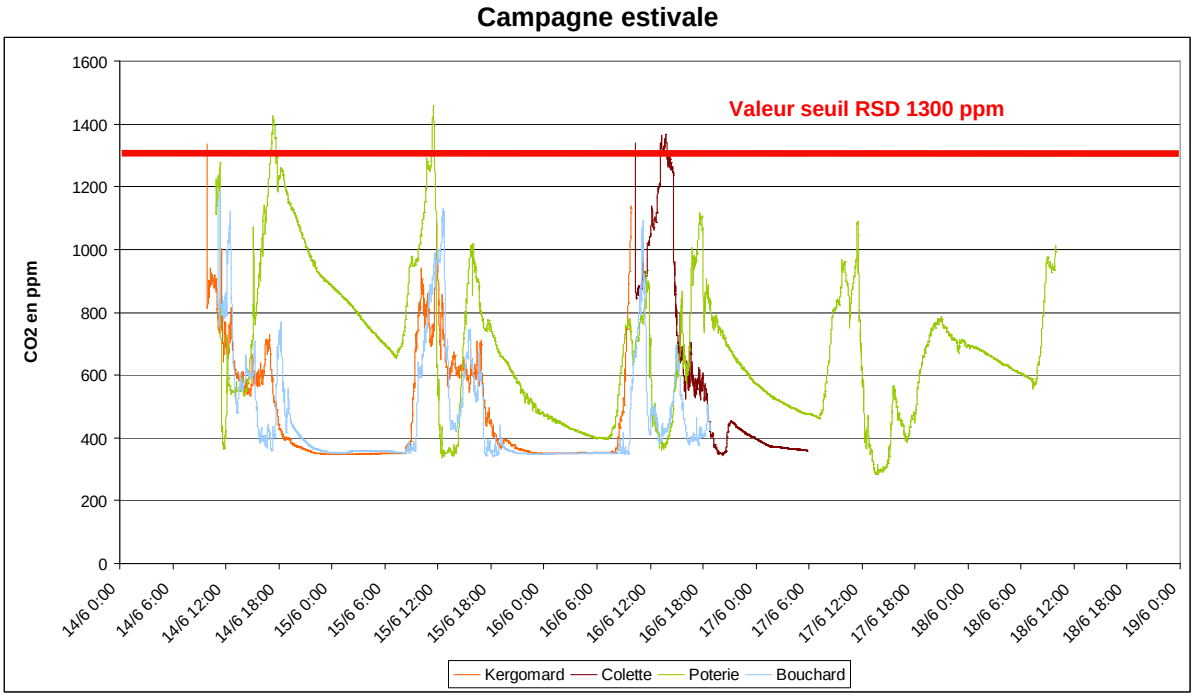


Fig. 13 : Evolution des concentrations en CO_2

En période estivale, la valeur seuil imposée par le règlement sanitaire départemental (RSD) fixée à 1300 ppm est dépassée au moins une fois dans les crèches Poterie et Colette.

Pour le **taux de confinement**, il est nécessaire d'étudier les phases de décroissance des concentrations en dioxyde de carbone. La loi de décroissance des concentrations en fonction du temps est la suivante :

$$\left(C_{\mathrm{int}(t)} - C_{ext}\right) / \left(C_{\mathrm{int}(0)} - C_{ext}\right) = e^{(-Nt)} \qquad [11]$$

Avec : $C_{int(t)}$ est la concentration intérieure de CO_2 à la fin de la phase de décroissance après un temps t
$C_{int(0)}$ est la concentration intérieure de CO_2 au début de la phase de décroissance
C_{ext} est la concentration de CO_2 à l'extérieur, soit la concentration minimum
N est le taux de renouvellement d'air du local (vol/h).

L'exploitation des séquences de décroissance va permettre de connaître le renouvellement d'air, en période d'inoccupation de la salle. En période d'occupation, ce renouvellement est nécessairement moins important dans la mesure où les enfants et le personnel émettent du dioxyde de carbone par la respiration.

Conformément aux préconisations de l'OQAI, la concentration extérieure en CO_2 sera estimée à partir de la valeur minimale de CO_2 enregistrée lors d'une longue période d'inoccupation de la pièce (nuit).

Les phases de décroissance sont détaillées par crèche et par saison et sont sélectionnées, en fonction des horaires de repas et de départ (soit 2 phases par jour). Le renouvellement d'air est ensuite calculé, à partir de la loi de décroissance des concentrations.

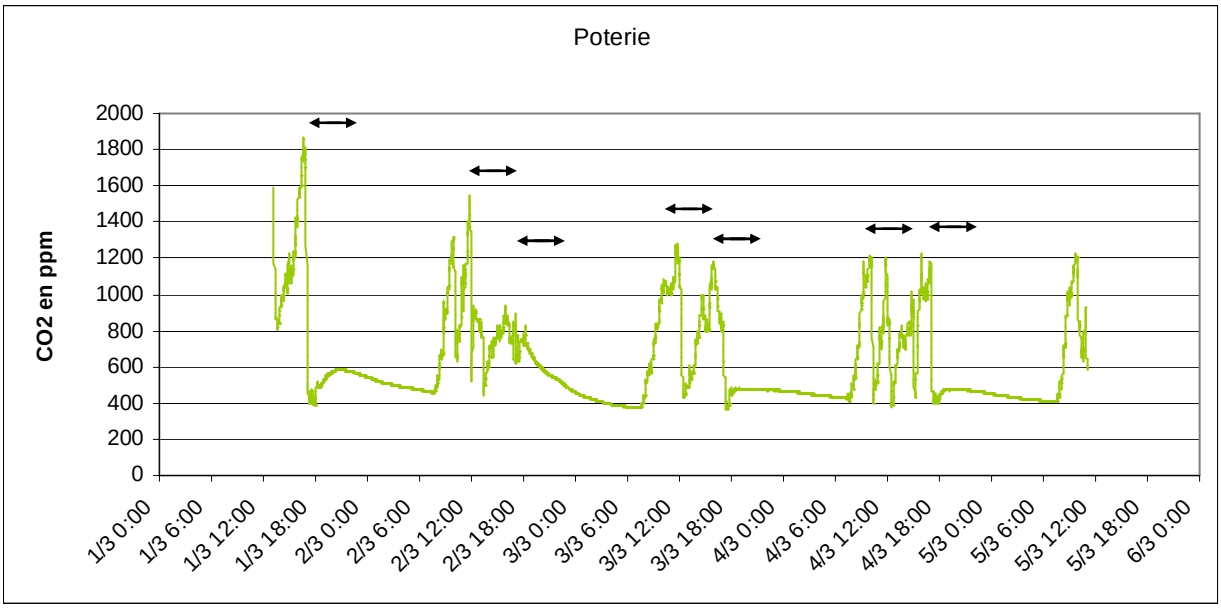


Fig. 14 : Evaluation du confinement par la méthode de décroissance, pour la crèche Poterie en période hivernale

Les calculs sont réalisés de la même façon pour toutes les écoles pendant les périodes estivale et hivernale, les résultats sont présentés dans les tableaux, en annexe 2.

Les taux de renouvellement d'air, calculés à l'aide de la méthode de décroissance, sont compris entre 0,18 vol/h et 8,38 vol/h l'hiver, et entre 0,13 vol/h et 4,97 vol/h l'été. Ils sont donc très variables et sont fortement dépendants de l'ouverture des fenêtres ou des portes. En effet, lorsque les fenêtres sont fermées, les taux sont pratiquement tous inférieurs à 1 vol/h. Les recommandations de l'ASHRAE aux Etats-Unis sont de 3 vol/h pour une classe de 20 élèves et un professeur [12].

La crèche Poterie en hiver et la crèche A. Bouchard en été sont les deux crèches avec le meilleur renouvellement d'air. La crèche Collette possède un confinement important, en période hivernale.

IV.8. Le dioxyde d'azote

Les résultats des mesures de dioxyde d'azote réalisées dans la crèche P. Kergomard sont les suivant :

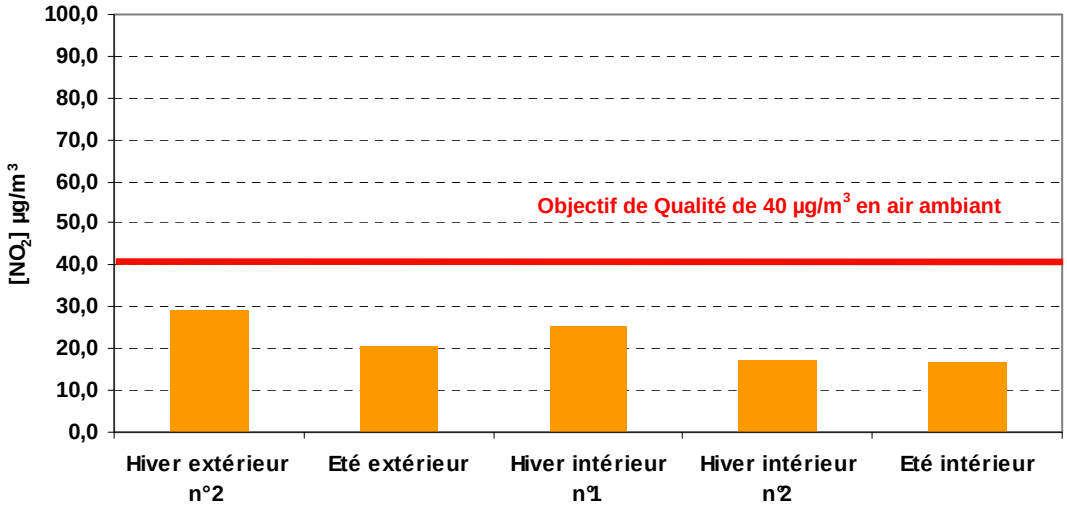


Fig. 15 : Concentrations en dioxyde d'azote dans la crèche P. Kergomard

Deux campagnes de mesures d'une semaine ont été réalisées en hiver en raison de la disparition du préleveur extérieur lors de la première semaine.

Les concentrations mesurées à l'intérieur de la crèche sont toujours plus faibles que les concentrations mesurées à l'extérieur, elles sont du même ordre de grandeur en période hivernale et en période estivale.

L'objectif de qualité de 40 µg/m^3 en moyenne annuelle n'est jamais dépassé à l'intérieur comme à l'extérieur.

Les concentrations mesurées à l'intérieur de la crèche P. Kergomard sont du même ordre de grandeur que les moyennes des stations urbaines d'Air Breizh (Annexe 3). En revanche, elles sont inférieures aux concentrations mesurées dans des crèches parisiennes (entre 21 et 75 µg/m^3), indiquées dans l'inventaire des données françaises sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments [4].

Dans la mesure où aucune source interne n'existe, le dioxyde d'azote mesuré dans la crèche est d'origine externe, et pénètre dans la crèche par le système de ventilation ou par infiltration.

IV.9. La trichloramine

Les résultats de mesures de la trichloramine réalisées dans la crèche F. Dolto sont les suivant :

Crèche Françoise Dolto		Concentration en µg/m^3
Chlore Total exprimé en Chloramines NCl3	Le 09 mars 2010 de 9h à 13h	22,92
	Le 09 mars 2010 de 13h à 17h	19,62

Lors de la journée de prélèvement, la valeur moyenne d'exposition de 500 µg/m^3 sur 8 heures n'a pas été atteinte.

Lors d'une précédente campagne de mesure, Air Breizh avait mesuré des concentrations de l'ordre de 170 µg/m^3 à proximité d'un bassin de piscine [13].

Il existe une forte corrélation entre le nombre d'enfants et la production de chloramines dans l'atmosphère de la pataugeoire. La taille du bassin a, elle aussi, un impact important sur ces concentrations dans l'air. Lors des prélèvements, l'activité de la pataugeoire a été faible, avec un nombre restreint d'enfant et une utilisation uniquement le matin, ce qui peut expliquer les faibles concentrations mesurées à proximité.

IV. Crèche Colette – Haute Qualité Environnementale

La crèche Colette sélectionnée en raison de son classement en bâtiment HQE, présente des résultats globalement moins bons que les autres crèches. En effet, elle possède des niveaux de concentration en composés organiques volatils assez élevés par rapport aux autres établissements, notamment pour les éthers de glycols et les hydrocarbures, ainsi que les niveaux hivernaux les plus forts en monoxyde de carbone (0,27 mg/m^3). En revanche, ces résultats restent très inférieurs aux valeurs réglementaires pour ces composés.

Pour le 2-butoxyéthanol, les concentrations mesurées sont de 2 et 2,4 µg/m^3 en période hivernale et estivale, elles sont près de deux fois supérieures à celles mesurés dans la crèche A. Bouchard et de 5 à 6 fois supérieurs à celles mesurées dans les crèches Poterie et Kergomard.

Pour le toluène, les concentrations sont de 11 et 15 µg/m^3 en période hivernale et estivale, elles sont de trois à huit fois supérieures à celles mesurées dans les autres crèches

V. Conclusions - Perspectives

Suite aux précédentes études réalisées sur la ville de Rennes, cette nouvelle campagne de mesure visait à étendre la caractérisation de la qualité de l'air intérieur aux crèches et à réaliser la mesure d'un nombre plus important de polluants.

Les mesures réalisées concernaient les concentrations de formaldéhyde, de COV dont le benzène, de CO, de CO_2 ainsi que les paramètres de confort (température et humidité relative). A ces mesures, s'ajoutaient des prélèvements de dioxyde d'azote dans une crèche situé en bordure de rocade (P. Kergomard) ainsi qu'un prélèvement de trichloramine dans la seule crèche, possédant une pataugeoire en activité (F. Dolto).

Pour le formaldéhyde, les concentrations sont toujours supérieures à la valeur guide pour une exposition à long terme fixée à 10 µg/m^3 par l'ANSES, quelque soit la période de mesure et supérieures à 30 µg/m3 à Kergomard.

Pour le benzène et les autres composés organiques volatils mesurés, les concentrations respectent les valeurs guides ou limites ainsi que les objectifs de qualité lorsqu'ils existent.

Pour le dioxyde de carbone (CO_2), la valeur de référence du Règlement Sanitaire Départemental de 1300 ppm est <u>dépassée</u> dans toutes les crèches en hiver et dans les crèches Poterie et Colette en été. Les crèches P. Kergomard et A. Bouchard sont les seuls établissements dont les concentrations ne dépassent pas cette valeur, en été.

Pour le dioxyde d'azote, les concentrations mesurées à l'intérieur de la crèche P. Kergomard sont relativement élevées mais ne dépassent pas l'objectif de qualité existant pour l'air ambiant.

Pour la trichloramine, les concentrations rencontrées dans la crèche F. Dolto sont très inférieures à la valeur moyenne d'exposition existante.

Bibliographie

[1] INRS - Fiches Toxicologiques

[2] AFSSET - Valeurs guides de qualité d'air intérieur - Document cadre et éléments méthodologiques - Juillet 2007

[3] HCSP - Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos - Octobre 2009

[4] MOSQUERON L., NEDELLEC V. - Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments - Actualisation des données sur la période 2001-2004 - Rapport OQAI - Paris - 2004 - 61 p.

[5] HERY M., DORNIER G.- Chloramines dans les piscines et l'agroalimentaire - Le point des connaissances sur, INRS, 2000, 4p.

[6] INRS - Trichlorure d'azote et autres composés chlorés - Fiche Metropol 007/V01, 2006

[7] Air Breizh - Qualité de l'air intérieur en milieu scolaire à Rennes – J. Moulin, J. Zay, R. Doisneau, G.S. Les Landes - Avril 2009

[8] Air Breizh - Qualité de l'air intérieur en milieu scolaire à Rennes – S. Delaunay, J. Isaac, Quineleu, J. Moulin, R. Doisneau - Juillet 2010

[9] ASPA - Campagne de mesure dans les lieux publics sur l'agglomération mulhousienne - Novembre 2005

[10] Air Breizh - Etude de la qualité de l'air dans les locaux du Conseil Général des Côtes-d'Armor - Septembre 2009

[11] OQAI - Campagne nationale Logements - Etat de la qualité de l'air dans les logements français - Rapport Final - Novembre 2006

[12] OQAI – Impact Energétique et sanitaire du renouvellement d'air dans deux écoles primaires – Rapport Final – Novembre 2004

[13] Air Breizh - Mesure de la trichloramine dans l'air de la piscine de Lamballe Communauté - Octobre 2007

Annexe 1

Température et humidité relative mesurées dans les crèches durant les campagnes estivale et hivernale :

T°C	Moyenne		Maximum		Minimum	
	Hiver	Eté	Hiver	Eté	Hiver	Eté
Bouchard	-	22,9	-	24,8	-	18,7
Kergomard	20,3	22,9	23,8	26,1	17,0	20,8
Colette	20,6	23,2	22,7	24,7	17,5	21,0
Poterie	23,0	21,5	25,9	23,2	17,6	19,3

HR(%)	Moyenne		Maximum		Minimum	
	Hiver	Eté	Hiver	Eté	Hiver	Eté
Bouchard	-	51,7	-	63,1	-	35,8
Kergomard	29,1	48,6	40,9	56,8	23,7	43,7
Colette	40,2	51,8	48,5	62,3	29,0	45,0
Poterie	34,1	56,4	63,4	64,3	21,8	46,0

Annexe 2

Evaluation du confinement durant les campagnes estivale et hivernale :

- Pour la période hivernale

Jour	Kergomard			Colette			Poterie			Bouchard		
	Heure du début	Durée (h)	N vol/h	Heure du début	Durée (h)	N vol/h	Heure du début	Durée (h)	N vol/h	Créneau	Durée (h)	N vol/h
01-mars	-	-	-	12h39	1,26	0,183	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	17h58	2,03	0,531	16h34	3,43	0,561	-	-	-
02-mars	-	-	-	11h36	1,65	0,224	11h47	0,216	8,388	-	-	-
	-	-	-	17h48	2h2	0,499	18h10	1,83	0,331	-	-	-
03-mars	14:15	1	0,88	-	-	-	11h46	0,916	2,409	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	16h02	1,783	1,811	-	-	-
04-mars	10:38	1,2	0,481	-	-	-	11h52	0,8	2,847	-	-	-
	16:21	3,65	0,909	-	-	-	16h58	3	0,665	-	-	-

- Pour la période estivale

Jour	Kergomard			Colette			Poterie			Bouchard		
	Heure du début	Durée (h)	N vol/h	Heure du début	Durée (h)	N vol/h	Heure du début	Durée (h)	N vol/h	Créneau	Durée (h)	N vol/h
14-juin	11h28	0,8	0,941	-	-	-	-	-	-	12h27	0,883	1,875
	16h54	3,1	0,856	-	-	-	17h21	2,65	0,126	18h15	1,75	0,941
15-juin	11h52	0,96	0,895	-	-	-	11h30	1,616	1,68	12h39	1,2	1,72
	16h54	3,1	0,678	-	-	-	17h56	2,06	0,155	16h38	0,85	4,971
16-juin	-	-	-	13h50	1,25	0,779	11h36	2,33	0,766	11h10	0,96	2,414
	-	-	-	18h15	1,6	2,088	17h53	2,116	0,274	15h04	1,76	1,054
17-juin	-	-	-	-	-	-	11h29	2,416	1,86	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	15h44	2,516	0,302	-	-	-

Annexe 3

Moyenne des concentrations en NO_2 des stations urbaines de Rennes pendant les périodes de mesure :

Moyennes NO_2 stations urbaines ($\mu g/m^3$)	Hiver 1	Hiver 2	Eté
	Du 01/03/10 au 05/03/10	Du 08/03/10 au 11/03/10	Du 14/06/10 au 18/06/10
Chartres de Bretagne	23,84	21,79	16,57
ENSP	24,02	17,20	9,87
Courtel	17,65	14,78	5,77
St-Yves	-	-	11,15